

ANALISIS HUBUNGAN VARIASI *LAND SURFACE TEMPERATURE* DENGAN KELAS TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN DATA CITRA SATELIT LANDSAT (Studi Kasus : Kabupaten Pati)

Anggoro Wahyu Utomo, Andri Suprayogi, Bandi Sasmito^{*)}

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : anggoro.wahyu.u@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi penginderaan jauh ditandai dengan semakin banyaknya satelit yang digunakan untuk keperluan studi sehingga mendorong pemanfaatannya dalam berbagai bidang. Satelit Landsat milik NASA dalam perkembangannya telah menghasilkan beberapa generasi, di antaranya adalah Landsat 7 dan yang terbaru Landsat 8. Satelit Landsat 8 merupakan misi kelanjutan dari Landsat 7, karakteristik kedua satelit tersebut hampir sama dalam hal resolusi spasial, spektral dan temporalnya serta karakteristik sensornya. Sensor pada satelit ini dilengkapi *inframerah thermal* yang dapat mendeteksi suhu permukaan.

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Pati. Adapun data yang digunakan adalah data Landsat 7 dan Landsat 8. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan variasi antara *land surface temperature* dengan kelas tutupan lahan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh yaitu metode klasifikasi terbimbing dan pengolahan suhu permukaan menggunakan metode *mono-window brightness temperature*. Hasil dari pengolahan tersebut akan dilakukan analisis spasial menggunakan *zonal statistic*, dimana hasilnya adalah nilai minimal, maksimal, rata-rata dan *range* serta standar deviasi dari suhu permukaan di setiap satuan pemetaan tutupan lahan yang dihasilkan. Kemudian hasil dari nilai tersebut dilakukan perbandingan antara standar deviasi terhadap *range*, sehingga hasil dari perbandingan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui variasi hasil olahan suhu permukaan terhadap tiap tutupan lahan yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan suhu permukaan didapatkan hasil suhu permukaan rata-rata pada wilayah penelitian untuk bulan Mei 2016 berkisar antara 29,02°C; bulan Juni 2016 berkisar antara 23,00°C dan bulan Juli 2016 berkisar antara 20,92°C. Sedangkan hubungan antara *land surface temperature* dengan kelas tutupan lahan didapatkan hasil suhu tertinggi pada lahan terbangun dan suhu terendah pada kelas non pertanian. Untuk hasil variasi suhu permukaan paling rendah terdapat pada kelas Perairan, hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata rasio antara 2 σ terhadap *range* sebesar 17,16%. Sedangkan hasil variasi suhu permukaan paling tinggi terdapat pada kelas Non Pertanian, hal ini berdasarkan hasil dari rata-rata rasio antara 2 σ terhadap *range* sebesar 22,23 %.

Kata Kunci: *Land Surface Temperature*, Penginderaan Jauh, Satelit Landsat, Tutupan Lahan

ABSTRACT

The continued development of remote sensing technology is characterized by the increasing by number of satellites used for purposes of study that encourages utilization in a variety of fields. NASA Landsat satellite in its development has resulted in several generations, including the most recent Landsat 7 and Landsat 8. Satellite Landsat 8 is a continuation of the Landsat 7 mission, characteristics of the both satellites are almost the same in terms of spatial resolution, spectral and temporal as well as the characteristics of the sensor. Sensors on the satellite is equipped with thermal infrared that can detect surface temperatures.

This research conducted in Pati regency. The data used are Landsat 7 and Landsat 8. The purpose of this research was to determine correlation between the variations of land surface temperature with the land cover classes by utilizing remote sensing technology that the method is supervised classification and surface temperature using *mono-window brightness temperature* method. The results of the processing will be analyzing spatial with *zonal statistics*, where the output is a minimum value, maximum, average, standard deviation and range of the surface temperature on each unit generated land cover mapping. The results of that value be conducted a comparison between the standard deviation of the range, so the results of these comparisons can be used to determine variations in the surface temperature of the processed results of each land cover generated.

The results showed that the surface temperature in the area of research for the month of May 2016 ranged between 29,02°C; in June 2016 ranged between 23,00°C and in July 2016 ranged from 20,92°C. While the correlation between land surface temperatures with land cover classes is performed at the highest temperature encountered on building area and the lowest temperature in the non-agricultural classes. For the lowest surface temperature variations found in waters class, this is indicated by the value of the average ratio between 2 σ of the range is 17.16%. While variations in surface temperature is highest on Non-Agricultural class, it is based on the results of the average ratio of between 2 σ of the range is 22.23%.

Keywords: *Land Cover, Land Surface Temperature, Landsat Satellite, Remote Sensing*

^{*)}Penulis, Penanggung Jawa

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Pada beberapa tahun terakhir ini telah terjadi peristiwa pemanasan global pada sebagian besar daerah di belahan bumi. Hal tersebut merujuk berdasarkan data yang diperoleh dari laporan WALHI, dimana pemanasan global ditandai dengan peningkatan suhu rata-rata bumi. Mengutip data *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), peningkatan suhu bumi saat ini sekitar 0,6 derajat celcius dibanding pada tahun 1750 lalu. Karena pada tahun tersebut dimulainya Revolusi Industri yang mengakibatkan penggunaan energi secara besar-besaran. Efek dari pemanasan global tersebut dapat mengakibatkan perubahan pola iklim dalam waktu tertentu yang membuat perubahan komposisi atmosfer global. Salah satu akibat dari perubahan itu adalah meningkatnya suhu udara. Akibat lain yang ditimbulkan dengan peningkatan suhu tersebut antara lain adalah perubahan pola air hujan dan salju yang jatuh dari udara, cuaca dan musim, serta naiknya permukaan air laut. Hal ini terjadi langsung maupun tidak langsung akibat kegiatan manusia.

Kabupaten Pati yang merupakan salah satu daerah di wilayah administrasi Jawa Tengah yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa dan Kabupaten Jepara di bagian sebelah utara. Wilayah Pati bagian selatan didominasi oleh perbukitan kapur atau yang biasa disebut pegunungan Kendeng, yang berbatasan dengan Kabupaten Blora dan Grobogan. Pati bagian timur merupakan daerah dataran rendah dan berbatasan dengan Kabupaten Rembang dan Blora. Sementara Pati sebelah barat merupakan daerah dataran tinggi yang berbatasan dengan wilayah kabupaten Kudus. Dalam pertumbuhan penduduk Kabupaten Pati mengalami peningkatan untuk setiap tahunnya. Berdasarkan data yang diperoleh, laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Pati dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2010 adalah sebesar 0,40%. Penduduk Kabupaten Pati sampai dengan tahun 2010 adalah 1.190.821 jiwa dengan luas wilayah 1504 Km², maka kepadatan penduduk per kilometer persegi adalah 792 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2010). Angka tersebut jauh dibandingkan dengan rata-rata kepadatan penduduk secara nasional yang hanya sebesar 127 jiwa per kilometer persegi. Dengan angka kepadatan penduduk 500 sampai dengan di atas 1000 jiwa per kilometer persegi, Kabupaten Pati mencerminkan kepadatan penduduk di Pulau Jawa yang memang sudah terlalu padat jika dibandingkan dengan daerah di luar Pulau Jawa.

Peningkatan jumlah penduduk tentunya juga diiringi dengan proses pembangunan. Konversi tata guna lahan dari daerah vegetasi menjadi non vegetasi, seperti pemukiman misalnya akan mempengaruhi suhu permukaan pada daerah tersebut. Selain itu, hal tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh juga terhadap peristiwa pemanasan global yang terjadi. Studi tentang *Land Surface Temperature* penting untuk dilakukan karena akan membantu dalam proses perencanaan penggunaan dan

pemanfaatan lahan. Serta dapat mengetahui wilayah distribusi spasial yang mempengaruhi kenaikan temperatur permukaan tanah. Analisis yang digunakan adalah dengan teknologi penginderaan jauh melalui informasi data dari deteksi tutupan lahan dan suhu permukaan.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa kisaran suhu permukaan di Kabupaten Pati dari bulan Mei sampai dengan Juli tahun 2016 pada *band thermal* Citra Landsat 8 ?
2. Bagaimana sebaran suhu permukaan di wilayah Kabupaten Pati ?
3. Bagaimana hubungan antara *land surface temperature* dengan kelas tutupan lahan ?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui kisaran suhu di Kabupaten Pati dari bulan Mei sampai dengan Juli tahun 2016.
 - b. Untuk mengetahui sebaran suhu permukaan di wilayah Kabupaten Pati.
 - c. Untuk mengetahui hubungan antara *land surface temperature* dengan kelas tutupan lahan
2. Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu :
 - a. Aspek Keilmuan
Memberikan dan menambah wawasan terhadap ilmu pengetahuan dalam penginderaan jauh, khususnya dalam klasifikasi tutupan lahan dan mengetahui suhu permukaan dengan memanfaatkan data dari citra satelit.
 - b. Aspek Kerekayasaan
Memberikan informasi tentang perubahan suhu permukaan dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk pengembangan wilayah.

I.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Data citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - a. Citra Satelit Landsat 7 *Path* 199 *Row* 165, penggunaan data citra satelit ini dipilih berdasarkan waktu perekaman yang tidak berbeda jauh dengan waktu perekaman Landsat 8. Karena data citra satelit Landsat 8 yang diperoleh antara bulan Mei sampai Juli 2016 terdapat tutupan awan yang cukup banyak, sehingga penggunaan data citra satelit Landsat 7 perlu digunakan dalam kaitannya untuk mengidentifikasi tutupan lahan, namun sebelum itu dilakukan proses *gap and fill* terlebih dahulu.
 - b. Citra Satelit Landsat 8 *Path* 199 *Row* 165.
2. Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi tutupan lahan yaitu metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*).

3. Algoritma yang digunakan untuk mengetahui nilai suhu permukaan adalah algoritma *Mono-Window Brightness Temperature*.
4. Pengolahan suhu permukaan dilakukan menggunakan data temporal yang diperoleh dari bulan Mei sampai Juli 2016, sedangkan pengolahan tutupan lahan dilakukan berdasarkan hasil dari proses *gap and fill* yang dilakukan terlebih dahulu.
5. Analisis yang digunakan yaitu berdasarkan hasil dari analisis spasial dengan *zonal statistic* antara hasil pengolahan tutupan lahan dengan hasil pengolahan suhu permukaan yang telah diperoleh, sehingga hasilnya nanti dapat menggambarkan hubungan antara suhu permukaan dengan tipe tutupan lahan.

I.5 Ruang Lingkup Penelitian

1. Wilayah yang dikaji dalam penelitian ini yaitu Kabupaten Pati yang secara astronomis terletak pada 6°25'00"-7°00'00"LS; 110°50'00"-111°15'00" BT
2. Penelitian ini menganalisis hubungan variasi antara *land surface temperature* dengan kelas tutupan lahan.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) secara sederhana merupakan teknik untuk mengambil objek di permukaan bumi dari udara dengan bantuan sensor. Menurut Lillesand dan Kiefer (2008), penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah, atau gejala yang dikaji. Informasi diperoleh dengan cara deteksi dan pengukuran berbagai perubahan yang terdapat pada lahan dimana obyek berada. Proses tersebut dilakukan dengan cara perabaan atau perekaman energi yang dipantulkan atau dipancarkan, memproses, menganalisa dan menerapkan informasi tersebut. Informasi secara potensial tertangkap pada suatu ketinggian melalui energi yang terbangun dari permukaan bumi, yang secara detil didapatkan dari resolusi spasial, spektral dan temporal lahan tersebut.

Analisis data penginderaan jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik dan data lapangan. Hasil analisis yang diperoleh berupa informasi mengenai bentang lahan, jenis penutup lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumber daya daerah yang diindera (Purwadhi, 2001). Informasi tersebut bagi para pengguna dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan dalam mengembangkan daerah tersebut. Keseluruhan proses mulai dari pengambilan data, analisis data hingga penggunaan data disebut sistem penginderaan jauh.

II.2 Suhu Permukaan

Suhu merupakan gambaran umum energi pada suatu benda. Hal ini disebabkan oleh tingkat kemampuan benda dalam memberi atau menerima panas. Suhu seringkali dinyatakan sebagai energi kinetis rata-rata suatu benda yang dinyatakan dalam derajat suhu. Suhu di permukaan bumi makin rendah dengan bertambahnya lintang seperti halnya penurunan suhu menurut ketinggian. Pada kenyataannya bumi merupakan sumber pemanas, sehingga semakin tinggi suatu tempat semakin rendah suhunya (Handoko, 1994).

Sementara itu menurut Sutanto (1994), suhu permukaan didefinisikan sebagai suhu bagian terluar dari suatu objek. Suhu permukaan suatu objek tidak sama tergantung pada sifat fisik permukaan objek. Sifat fisik objek tersebut adalah emisivitas, kapasitas panas jenis dan konduktivitas *thermal*. Jika suatu objek memiliki emisivitas dan kapasitas panas jenis yang tinggi sedangkan konduktivitas *thermal* nya rendah maka suhu permukaannya akan menurun, contohnya pada permukaan tubuh air. Sedangkan jika suatu objek memiliki emisivitas dan kapasitas panas jenis yang rendah dan konduktivitas *thermal* nya tinggi maka suhu permukaan akan meningkat, contohnya pada permukaan darat. Secara umum suhu permukaan tertinggi akan terdapat di pusat kota dan menurun secara bertahap ke arah pinggiran kota sampai ke desa (Khusaini, 2008).

II.3 Tutupan Lahan

Penutupan lahan (*land cover*) merupakan perwujudan fisik suatu obyek yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap obyek tersebut. Atau dengan kata lain penutupan lahan menggambarkan material-material yang tampak pada permukaan bumi (Lillesand dan Kiefer, 2008). Sehingga secara umum tutupan lahan merupakan perwujudan secara fisik obyek-obyek yang menutupi lahan yang biasanya bersifat alami. Sedangkan penggunaan lahan berkaitan erat dengan jenis kegiatan yang dilakukan manusia pada suatu bidang lahan tertentu.

Penggunaan lahan berhubungan dengan kegiatan manusia pada sebidang lahan termasuk pengaturan, kegiatan dan *input* terhadap jenis tutupan lahan tertentu untuk menghasilkan sesuatu, mengubah atau mempertahankannya (Putri dkk, 2004). Dilihat dari strukturnya, lahan merupakan pembawa berbagai ekosistem dan sekaligus bagian dari ekosistem itu yang mempunyai fungsi penting dalam kehidupan manusia. Penggunaan lahan dapat diselidiki atau dilacak melalui penutup lahan yang dapat dilihat melalui interpretasi foto udara ataupun interpretasi citra satelit (Sutanto, 1994).

II.4 Metode Klasifikasi Terbimbing

Pada metode *supervised* ini, analis terlebih dulu menetapkan beberapa *training area* (daerah contoh) pada citra sebagai kelas lahan tertentu. Penetapan ini berdasarkan pengetahuan analis terhadap wilayah

dalam citra mengenai daerah-daerah tutupan lahan. Nilai-nilai piksel dalam daerah contoh kemudian digunakan oleh komputer sebagai kunci untuk mengenali piksel lain. Daerah yang memiliki nilai-nilai piksel sejenis akan dimasukkan ke dalam kelas lahan yang telah ditetapkan sebelumnya. Jadi dalam metode *supervised* ini analisis mengidentifikasi kelas informasi terlebih dulu yang kemudian digunakan untuk menentukan kelas spektral yang mewakili kelas informasi tersebut. Pada Penelitian ini menggunakan jenis klasifikasi terbimbing dimana kelas-kelas objek dibagi berdasarkan nilai piksel sampel dari tiap kelas.

II.5 Land Surface Temperature

Temperatur permukaan tanah atau *Land Surface Temperature* (LST) merupakan keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan dan media bawah permukaan tanah. Temperatur permukaan suatu wilayah dapat diidentifikasi dari citra satelit Landsat yang diekstrak dari *band thermal*. Dalam penginderaan jauh, temperatur permukaan tanah dapat didefinisikan sebagai suatu permukaan rata-rata dari suatu permukaan, yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda (USGS, 2015 dalam Delarizka, 2016). Perhitungan LST atau *brightness temperature* dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{CV_{R2}} + 1\right)} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

- T = *Brightness Temperature* satelit (K)
- K₁ = Konstanta kalibrasi radian spektral
- K₂ = Konstanta kalibrasi suhu absolut (K)
- CV_{R2} = *Radiance* Spektral

Hasil yang diperoleh dengan menerapkan rumus diatas merupakan hasil ekstraksi dianggap sebagai *ToA (Top of Atmosphere) brightness temperature*. Hal ini dikarenakan ekstraksi suhu didasarkan pada nilai radian yang diterima oleh sensor. Sehingga untuk mendapatkan nilai *brightness temperature* yang akurat perlu dilakukan koreksi atmosfer. Koreksi ini dilakukan dengan menggunakan metode koreksi atmosfer (Coll dkk, 2010 dalam Mairasari, 2016) dengan persamaan sebagai berikut :

$$CV_{R2} = \frac{CV_{R1} - L_{\uparrow}}{\tau} - \frac{1 - \tau}{\tau} L_{\downarrow} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

- CV_{R2} = Nilai koreksi atmosferik *radiance*
- CV_{R1} = Nilai *Radiance* dari *section 1*
- L_↑ = *Upwelling radiance*
- L_↓ = *Downwelling radiance*
- τ = Transmisi
- e = Emisivitas (0,95)

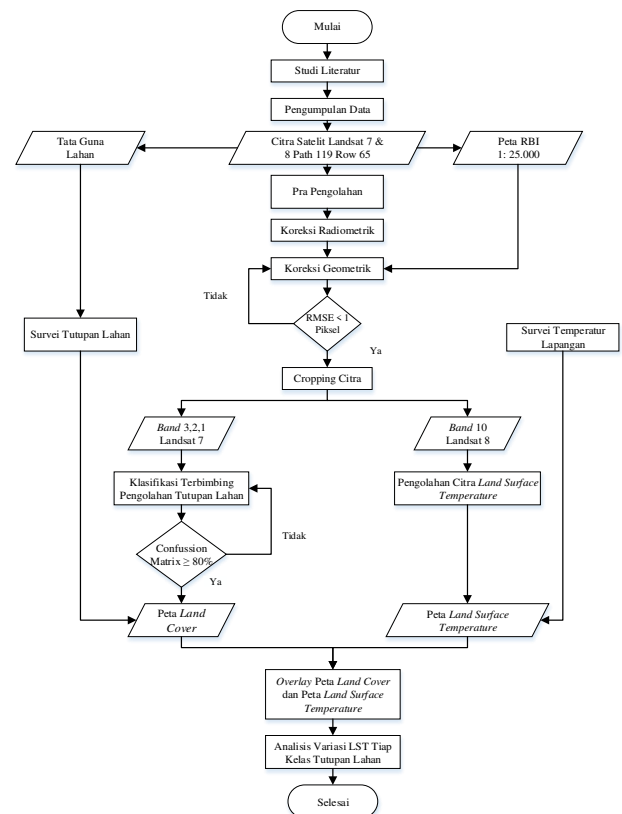
II.6 Pengukuran Dispersi

Ukuran dispersi atau ukuran variasi atau ukuran penyimpangan adalah ukuran yang menyatakan seberapa jauh penyimpangan nilai-nilai data dari nilai-nilai pusatnya atau ukuran yang menyatakan seberapa banyak nilai-nilai data yang berbeda dengan nilai-nilai

pusatnya. Ukuran dispersi pada dasarnya adalah pelengkap dari ukuran nilai pusat dalam menggambarkan sekumpulan data. Jadi, dengan adanya ukuran dispersi maka penggambaran sekumpulan data akan menjadi lebih jelas dan tepat (Hasan, 2011). Macam-macam ukuran dispersi adalah jangkauan, rerata deviasi, variansi dan standar deviasi serta koefisien variasi.

III. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan, diantaranya :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III.1 Alat dan Data Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat Pengolahan Data
Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - a. Laptop ASUS A450LC, Intel(R) core(TM) i5-4200 CPU @ 2.30 GHz, RAM 4,00 GB, OS Windows 10 Pro 64-bit
 - b. GPS Handheld
 - c. Kamera Digital
 - d. Multi Purpose Infrared Thermometer
2. Perangkat Lunak
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - a. ENVI 5.1
 - b. ArcGIS 10.3
 - c. Microsoft Office 2013
3. Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Citra Satelit Landsat 7 ETM+ *Path 115 Row 65* Tahun 2016
- Citra Satelit Landsat 8 *Path 115 Row 65* Tahun 2016
- Peta RBI Skala 1:25.000
- Batas Administrasi Kabupaten Pati
- Data sampel suhu di lapangan

III.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur dimaksudkan untuk memahami dasar-dasar teori yang akan digunakan dalam penelitian yang akan dilaksanakan.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan untuk penelitian. Data yang diperlukan adalah data citra Satelit Landsat 7 dan Landsat 8 yang bisa diunduh secara gratis di <http://earthexplorer.usgs.gov>. Kemudian data Peta RBI skala 1:25.000 yang bisa diunduh di tanahairku.go.id. Selain itu data lainnya yaitu data sampel suhu di lapangan yang diperoleh dari pengukuran secara langsung.

3. Pra Pengolahan

Sebelum melakukan pengolahan citra lebih lanjut, maka perlu dilakukan proses *gap and fill* untuk citra landsat 7 ETM+ *slc-off*. Proses ini dilakukan karena sejak 31 Mei 2013 terjadi kerusakan pada *Scan Line Correction (SLC)* yang telah berhenti berfungsi (*off*). Akibat dari kerusakan tersebut menimbulkan garis-garis hitam (*stripping*) pada citra. Sehingga terdapat celah atau *gap* yang tidak mempunyai nilai piksel pada citra tersebut. Selain itu dalam tahap ini juga dilakukan proses koreksi radiometrik untuk memperbaiki kualitas piksel citra serta dilakukan koreksi geometrik untuk mereduksi kesalahan geometrik citra satelit tersebut.

4. Pengolahan Data

Dalam tahap pengolahan data ini terdiri dari beberapa tahapan diantaranya adalah sebagai berikut :

- Klasifikasi Tutupan Lahan (*Supervised Classification*)**
Dalam proses klasifikasi ini menggunakan metode *maximum likelihood*. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan membuat *training area* untuk tiap-tiap kategori tutupan lahan. Area sampel dibuat dengan menggunakan *Region Of Interest (ROI)*.
- Klasifikasi *Land Surface Temperature (LST)***
Dalam proses pengolahan suhu permukaan ini data yang digunakan adalah data citra satelit Landsat 8, *band* yang digunakan adalah *band TIRS*. Untuk Landsat 8 sendiri, *band TIRS* nya terdapat pada *band 10* dan *11*. Namun untuk pengolahan suhu permukaan hanya dilakukan pada *band 10* saja dan tidak dilakukan pengolahan pada *band 11*, hal ini dikarenakan adanya gangguan (*stray light*)

pada *band 11* (USGS, 2013 dalam Mukmin 2015)

c. *Cloud Masking*

Tahapan *cloud masking* pada Landsat 8 ini dengan menggunakan *band QA (Quality Assessment)* yang terdapat pada *file* hasil download citra tersebut. Sebelum melakukan proses tersebut, terlebih dahulu *band QA* tersebut dilakukan koreksi geometrik agar sesuai dengan *band-band* yang lainnya. Kemudian dilakukan *cropping* untuk menyesuaikan dengan wilayah penelitian. Hasil dari proses ini membuat daerah yang tertutup oleh awan membuat nilainya menjadi 0 (nol).

5. Pengambilan Sampel Suhu di Lapangan

Pengambilan sampel suhu di lapangan ini perlu dilakukan untuk proses validasi dari hasil pengolahan suhu permukaan. Dalam pelaksanaannya didasarkan pada wilayah administrasi tiap kecamatan di Kabupaten Pati, dimana diusahakan titik sampel di lapangan dapat tersebar merata di semua wilayah penelitian. Kemudian untuk rentang waktu pengambilan sampel didasarkan pada rentang waktu perekaman citra Landsat 8. Pengambilan sampel suhu di wilayah penelitian ini menggunakan alat *multipurpose infrared thermometer* yang dilakukan pada tiap-tiap tutupan lahan yang ada.



Gambar 2. Pengambilan Suhu Sampel di Lapangan

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil Gapfill Citra Satelit Landsat 7

Hasil dari proses *gap and fill* citra tersebut memberikan hasil keluaran citra yang bisa digunakan untuk proses selanjutnya. Sebelum dilakukan proses *gap and fill*, pada citra tersebut mengalami *stripping* atau mengalami gangguan akibat dari *SLC-off* sejak 31 Mei 2003, sehingga mengakibatkan citra yang diakuisisi setelah tanggal tersebut memiliki celah atau *gap*. Setelah dilakukan proses *gap and fill*, tidak ada lagi garis-garis *stripping* pada citra yang dihasilkan. Celah-celah kosong atau *gap* pada citra sebelumnya telah terisi dengan citra lainnya. Demikian pada daerah penelitian yang sebelumnya terdapat banyak *stripping*, setelah dilakukan proses tersebut menghasilkan *gap* yang telah terisi sehingga membuat garis-garis *stripping* pada wilayah tersebut tidak ada.

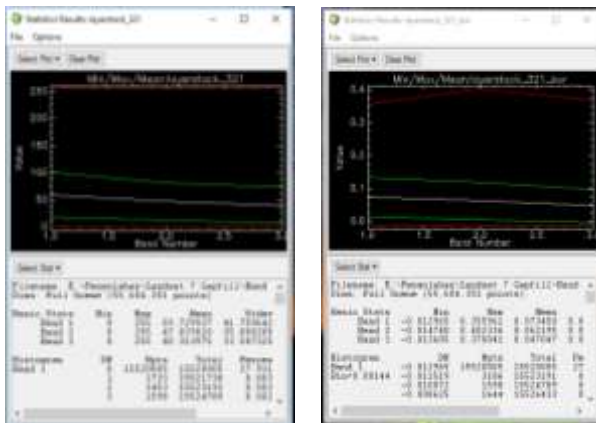


Gambar 3. Hasil Gapfill

IV.2 Hasil Koreksi Radiometrik

Koreksi Radiometrik pada dasarnya merupakan tahapan mengubah nilai piksel (*digital number*) menjadi nilai reflektan. Sebelum diubah menjadi nilai reflektan, DN terlebih dahulu diubah ke nilai radian. Berikut ini adalah hasil statistik koreksi radiometrik yang disajikan di gambar 4.

Hasil koreksi radiometrik yang ditunjukkan pada gambar tersebut membuat rentang nilai piksel citra satelit menjadi dipersempit. Hal ini dikarenakan nilai piksel tersebut telah diubah menjadi nilai reflektan. Hasil dari nilai-nilai tersebut telah sesuai dengan nilai yang terdapat pada metadata. Sehingga dapat dikatakan bahwa koreksi radiometrik yang dilakukan telah berhasil.



Gambar 4. Statistik Citra Satelit Landsat Sebelum dan Setelah Koreksi Radiometrik

IV.3 Hasil Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik pada dasarnya dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan koordinat pada citra satelit dengan koordinat yang dijadikan sebagai acuan. Penelitian ini menggunakan Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000 sebagai acuan alam melakukan koreksi geometrik. Hasil koreksi geometrik yang telah dilakukan pada seluruh citra yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan nilai RMSE < 1, sehingga sudah memenuhi syarat.

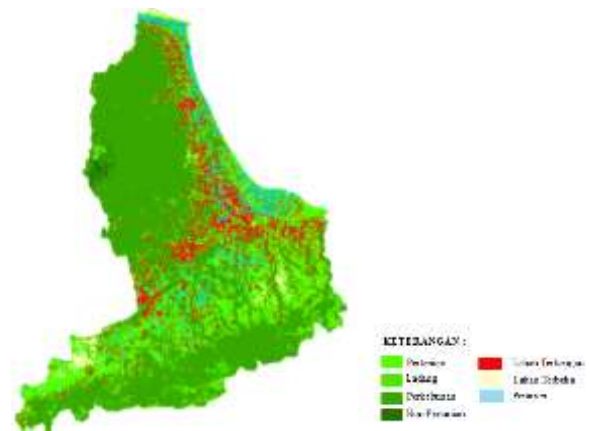
Tabel 1. Nilai RMSE Citra Satelit Landsat

No	Tanggal Perekaman	Nilai RMSE
1	20 Agustus 2016	0,1046
2	24 Mei 2016	0,0858
3	9 Juni 2016	0,1034
4	25 Juni 2016	0,0946

5	11 Juli 2016	0,0522
6	27 Juli 2016	0,0739

IV.4 Analisis Tutupan Lahan

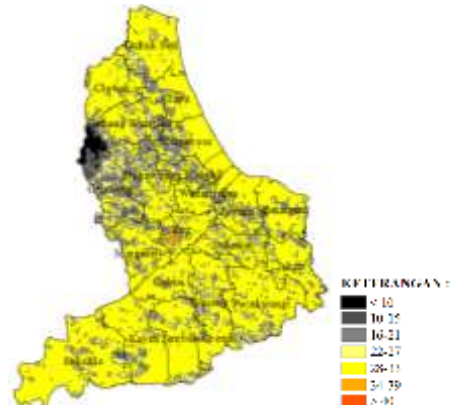
Pengolahan tutupan lahan ini dilakukan pada data citra satelit Landsat 7 tanggal perekaman 20 Agustus 2016. Citra ini dipilih karena berada pada rentang waktu perekaman yang berdekatan dengan citra satelit yang lainnya yang dilakukan untuk pengolahan suhu permukaan. Pada hasil pengolahan tutupan lahan yang telah dihasilkan dengan metode *supervised classification* ini menghasilkan kelas-kelas tutupan lahan pada wilayah penelitian. Sedangkan hasil dari matrik konfusi, yaitu parameter yang untuk mengetahui akurasi pada pengolahan ini didapatkan hasil 86.61% dengan *Kappa Coefficient* = 0.8404.



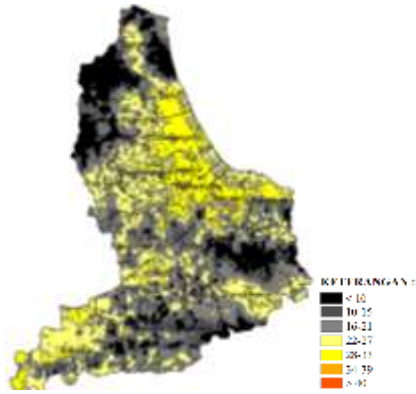
Gambar 5. Hasil Pengolahan Tutupan Lahan

IV.5 Analisis Suhu Permukaan

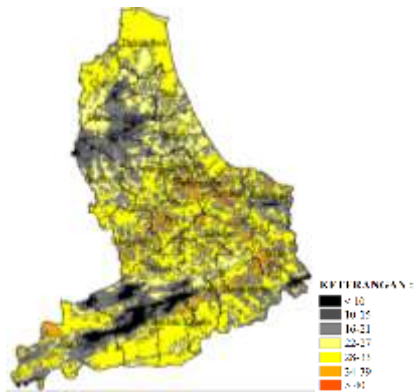
Dari hasil pengolahan suhu permukaan yang dilakukan pada *band thermal* Citra Satelit Landsat 8 didapatkan hasil suhu permukaan dari periode perekaman bulan Mei sampai dengan Juli 2016. Hasil dari suhu permukaan tersebut dianggap sebagai suhu permukaan yang mewakili pada setiap bulannya. Berikut adalah hasil pengolahan suhu permukaan dari data citra satelit untuk tanggal perekaman yang berbeda-beda :



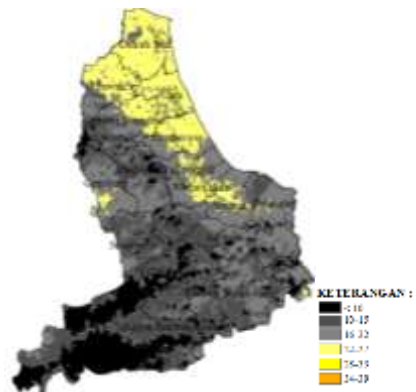
Gambar 6. Klasifikasi Suhu Permukaan 24 Mei 2016



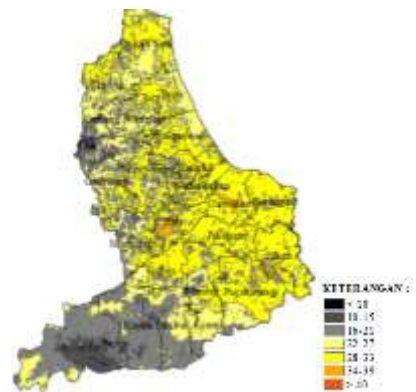
Gambar 7. Klasifikasi Suhu Permukaan 9 Juni 2016



Gambar 8. Klasifikasi Suhu Permukaan 25 Juni 2016



Gambar 9. Klasifikasi Suhu Permukaan 11 Juli 2016



Gambar 10. Klasifikasi Suhu Permukaan 27 Juli 2016

Pada hasil pengolahan suhu permukaan yang telah ditunjukkan pada gambar-gambar di atas memberikan hasil suhu permukaan yang cukup bervariasi. Sebagian besar hasil pengolahan suhu permukaan pada wilayah

penelitian didominasi oleh kelas 28°C - 33°C . Namun terdapat juga kelas suhu permukaan yang masih $<10^{\circ}\text{C}$. Biasanya pada kelas tersebut merupakan daerah yang tertutup awan sehingga membuat nilai suhu permukaan tidak optimal.

IV.6 Analisis Hasil Cloud Masking

Proses *cloud masking* yang telah dilakukan dimaksudkan untuk menghilangkan awan yang menutupi citra. Karena pada wilayah penelitian terdapat banyak tutupan awannya, sehingga untuk analisis lebih lanjut, diperlukan proses *cloud masking*. Hasil dari proses ini membuat daerah yang tertutup oleh awan membuat nilainya menjadi 0 (nol). Selain itu hasil dari proses ini juga sangat berguna untuk menentukan hubungan antara suhu permukaan dengan tutupan lahan, karena dalam menentukan hubungan tersebut daerah yang tertutup awan tidak diperhitungkan. Kemudian hasil dari proses *cloud masking* ini digunakan untuk menghilangkan awan pada *band thermal* Landsat 8 yang digunakan untuk perhitungan suhu permukaan. Hasil yang didapat setelah dilakukan proses tersebut membuat suhu permukaan rata-rata pada semua data citra satelit untuk tanggal perekaman yang berbeda-beda secara umum mengalami peningkatan. Berikut adalah hasil suhu permukaan rata-rata setelah dilakukan *cloud masking* :

Tabel 2. Selisih Suhu Permukaan

No	Tanggal Perekaman	Suhu Permukaan Rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)		Selisih ($^{\circ}\text{C}$)
		Sebelum <i>Cloud Masking</i>	Setelah <i>Cloud Masking</i>	
1	24 Mei 2016	29,01	30,34	1,33
2	9 Juni 2016	19,25	24,84	5,58
3	25 Juni 2016	26,72	29,33	2,60
4	11 Juli 2016	15,39	19,92	4,53
5	27 Juli 2016	26,42	27,92	1,50

IV.7 Analisis Hasil Validasi Suhu di Lapangan

Pengambilan sampel suhu di lapangan ini dilakukan pada rentang waktu perekaman citra satelit Landsat 8 pada tanggal 26 Juni 2016 dan 27 Juli 2016. Dalam pengambilan sampel tersebut dilakukan pada dua kali periode tanggal perekaman yang berbeda. Hal ini dimaksudkan supaya semua wilayah administrasi pada daerah penelitian dapat tercakup semuanya. Data hasil dari pengambilan sampel maupun hasil validasi lapangan tersebut digunakan untuk melihat apakah ada kesesuaian dengan data hasil olahan suhu permukaan yang telah dilakukan. Namun pada kenyataannya, citra satelit yang didapat pada tanggal tersebut memiliki tutupan awan yang cukup banyak. Sehingga mengakibatkan data validasi di lapangan dengan citra satelit memiliki selisih nilai cukup jauh. Oleh sebab itu, data validasi kemudian dipilih berdasarkan hasil dari hasil dari olahan suhu *band thermal* Landsat 8 yang telah dilakukan proses *cloud masking*. Berikut adalah cuplikan data hasil validasi :

Tabel 3. Cuplikan Hasil Validasi Suhu

No	Kelas Tutupan Lahan	Koordinat (UTM)		Suhu Lapangan (°C)	Suhu LST (°C)
		X	Y		
1	Pertanian	504755,075	9280157,298	32,1	29,61
2	Lahan Terbuka	504873,535	9278966,541	36,3	29,04
3	Tubuh Air	507057,413	9276994,562	30,8	26,88
4	Tubuh Air	506701,894	9277174,609	30,2	28,95
5	Pertanian	502500,056	9285885,478	28,3	28,59
6	Pertanian	501087,716	9288289,856	28,2	30,78
7	Pertanian	504539,774	9286069,222	29,5	30,04
8	Pertanian	497851,116	9288025,073	31,2	31,21
9	Lahan Terbuka	504422,041	9281738,109	35,1	31,07
10	Lahan Terbuka	504168,665	9284239,929	34,5	31,75
11	Lahan Terbangun	502164,902	9287621,218	36,4	32,56
12	Lahan Terbangun	499341,887	9287518,818	35,6	31,86
13	Tubuh Air	503594,499	9288062,031	33,4	31,25

IV.8 Analisis Hubungan Suhu Permukaan dengan Kelas Tutupan Lahan

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap hasil olahan suhu permukaan rata-rata yang diperoleh dan hasil dari pengolahan tutupan lahan itu sendiri. Dimana data tutupan lahan hasil pengolahan citra Landsat 7 ETM+ 2016 yang digunakan dianggap tidak mengalami perubahan tutupan lahan yang terlalu drastis pada periode bulan sebelumnya yaitu pada bulan Mei, Juni dan Juli 2016. Sehingga data tutupan lahan yang digunakan cukup satu. Sedangkan untuk data suhu permukaan menggunakan 5 data hasil olahan permukaan dari citra Landsat 8 yaitu dari bulan Mei sampai dengan Juli 2016. Dari data-data tersebut akan dilakukan analisis untuk mengetahui bagaimana hubungan antara suhu permukaan dengan kelas tutupan lahan. Berikut adalah disajikan grafik hubungan antara suhu permukaan dengan kelas tutupan lahan :



Gambar 11. Grafik Suhu Permukaan Rata-rata Pada Kelas Tutupan Lahan di Tiap Tanggal Perekaman

Pada gambar di atas merupakan grafik suhu permukaan rata-rata dari bulan Mei sampai dengan Juli

2016 pada masing-masing kelas tutupan lahan, dimana grafik tersebut telah disesuaikan berdasarkan hasil nilai besar kecilnya suhu permukaan. Dapat dilihat pada gambar di atas dimana rata-rata suhu permukaan tertinggi didapatkan pada tanggal perekaman 24 Mei 2016 dan terendah pada tanggal perekaman 11 Juli 2016. Pada setiap hasil pengolahan yang ditunjukkan pada gambar di atas dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara suhu permukaan dengan jenis tutupan lahan. Dimana suhu permukaan tertinggi dijumpai pada kelas lahan terbangun. Sedangkan suhu permukaan terendah dijumpai pada kelas non pertanian.

IV.9 Analisis Variasi Suhu Permukaan Tiap Kelas Tutupan Lahan

Ukuran variasi maupun keseragaman data secara umum dapat dilihat dari berbagai ukuran dispersi terhadap hasil dari suatu kegiatan atau survei yang dilakukan. Ukuran dispersi (variasi) yang paling sering digunakan adalah nilai dari simpangan baku atau standar deviasi (σ). Dalam kaitannya dengan analisis variasi suhu permukaan untuk tiap tutupan lahan ini, analisisnya didasarkan pada hasil dari ukuran-ukuran dispersi yang telah diperoleh yaitu standar deviasi, *range* dan nilai rata-rata untuk setiap hasil suhu permukaan rata-rata pada tanggal perekaman yang berbeda-beda pada setiap jenis tutupan lahannya.

Untuk mengetahui seberapa besar variasi data dari hasil yang diperoleh yaitu menggunakan nilai dari standar deviasi, karena nilai ini linear terhadap data awal yang diperoleh. Meskipun begitu penggunaan nilai dari standar deviasi hanya terbatas dilakukan terhadap data yang bersifat absolut. Jika analisis dilakukan terhadap beberapa data, maka nilai standar deviasi kurang representatif, dikarenakan dalam analisis beberapa data harus memperhatikan nilai yang ekstrim didalam masing-masing data tersebut serta nilai rata-rata dari masing-masing data memiliki selisih yang cukup banyak. Sehingga ukuran dispersi yang cocok digunakan dalam kondisi tersebut adalah dengan menggunakan koefisien variasi.

Namun kenyataannya terdapat beberapa kelemahan dalam menggunakan hasil dari nilai koefisien variasi. Nilai ini hanya didasarkan pada penyimpangan data terhadap nilai pusatnya dan tidak memperhatikan seberapa jauh data tersebut tersebar. Sehingga hasilnya kurang representatif. Untuk meminimalisir hal tersebut, maka digunakan pendekatan yang dapat mencakup semua data yang tersebar dan memperhatikan juga nilai ekstrim yang ada. Dalam analisis ini pendekatan yang digunakan adalah perbandingan antara 2σ terhadap nilai *range* (jangkauan). Semakin besar atau tinggi hasil dari perbandingan antara nilai 2σ dan nilai *range* maka data tersebut semakin bervariasi. Sebaliknya semakin kecil hasil dari perbandingan antara nilai 2σ dan *range*, maka data tersebut tidak terlalu bervariasi atau memiliki tingkat keseragaman yang cukup stabil.

Nilai-nilai yang digunakan tersebut didapatkan dari proses *analysisist spatial* dengan menggunakan

zonal statistic pada *software* ArcGis 10.3. Kemudian untuk mendapatkan hasil yang merepresentasikan dari semua data yang digunakan yaitu data dari bulan Mei sampai dengan Juli 2016 pada hasil olahan suhu permukaan untuk setiap kelas tutupan lahannya, maka dilakukan rata-rata untuk kesemua data yang dihasilkan. Perhitungan rata-rata ini dilakukan pada setiap nilai *range* dan standar deviasi suhu permukaan dari masing-masing kelas tutupan lahan. Sehingga hasilnya nanti memberikan hasil yang dapat merepresentasikan dari kesemua data yang digunakan. Hasil dari rata-rata nilai tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Hasil Rata-rata Nilai *Range* dan Standar Deviasi Suhu Permukaan Pada Tiap Tutupan Lahan

No.	Kelas Tutupan Lahan	R*	σ^*	Rasio $2\sigma:R^*$	Rasio $2\sigma : R$ (%)*
1	Lahan Terbangun	40,40	3,98	0,20	19,72
2	Lahan Terbuka	39,26	4,06	0,21	20,66
3	Perkebunan	41,11	3,53	0,17	17,19
4	Perairan	40,41	3,47	0,17	17,16
5	Pertanian	38,05	3,94	0,21	20,72
6	Ladang	38,89	3,95	0,20	20,30
7	Non Pertanian	35,20	3,91	0,22	22,23

Keterangan :

R : *Range* (Jangkauan)

σ : Standar Deviasi

* : Rata-rata selama 3 bulan

Dari tabel diatas diketahui bahwa suhu permukaan yang paling bervariasi dijumpai pada kelas non pertanian, hal itu ditunjukkan oleh rasio antara nilai 2 x standar deviasi terhadap nilai *range* sebesar 22,23%. Sedangkan hasil yang paling stabil pada pengolahan suhu permukaan terdapat pada kelas perairan dengan hasil nilai rasio antara rata-rata 2 x standar deviasi terhadap *range* nya adalah sebesar 17,16%.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengolahan suhu permukaan yang dilakukan pada *band thermal* citra Landsat 8, didapatkan suhu permukaan rata-rata pada wilayah penelitian untuk bulan Mei 2016 berkisar antara 29,02°C; bulan Juni 2016 berkisar antara 23,00°C dan bulan Juli 2016 berkisar antara 20,92°C. Naik turunnya suhu permukaan tersebut bisa terjadi disebabkan oleh cuaca pada wilayah penelitian ketika satelit melakukan perekaman dan adanya awan yang menutupi, sehingga membuat hasil perhitungan suhu permukaan tidak optimal.
2. Pada pengolahan suhu permukaan yang telah dilakukan, persebaran suhu permukaan pada daerah penelitian didominasi oleh kelas 28°C-33°C.
3. Hubungan antara *Land Surface Temperature* dengan kelas tutupan lahan dapat dipantau dalam

pengamatan temporal yang dilakukan selama 3 bulan. Dimana dalam setiap hasil pengolahan yang dihasilkan, suhu tertinggi dijumpai pada kelas lahan terbangun dan suhu terendah dijumpai pada kelas non pertanian. Kemudian hasil dari pengolahan suhu permukaan didapatkan variasi suhu permukaan paling rendah terdapat pada kelas Perairan, dimana hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata rasio antara 2σ terhadap *range* selama 3 bulan sebesar 17,16%. Sedangkan variasi suhu permukaan paling tinggi terdapat pada kelas Non Pertanian, hal ini berdasarkan hasil dari rata-rata rasio antara 2σ terhadap *range* selama 3 bulan sebesar 22,23 %.

V.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal sebaiknya lebih memperhatikan pemilihan citra satelit, dimana pemilihan citra satelit diusahakan terbebas dari gangguan awan.
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya ditambahkan pengolahan berbagai macam indeks untuk mendapatkan hasil tutupan lahan yang lebih tepat.
3. Penggunaan citra satelit dengan resolusi spasial yang lebih tinggi perlu digunakan, sehingga diharapkan mendapatkan hasil yang lebih baik.
4. Pengambilan suhu sampel di lapangan dilakukan pada waktu rentang perekaman citra satelit pada daerah tersebut dan diusahakan dilakukan ketika cuaca cerah, agar data yang dihasilkan lebih akurat.
5. Pengambilan suhu sampel sebaiknya dicoba dilakukan dengan alat pengukur suhu selain *infrared thermometer*, agar hasil pengolahan suhu lebih sesuai dengan suhu di lapangan.
6. Kegiatan pengembangan wilayah pada daerah urban di Kabupaten Pati harus lebih diperhatikan, mengingat pada daerah tersebut suhu permukaan yang dijumpai selalu tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Mukmin. S. A. *Analisis Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan dan Keterkaitannya dengan Fenomena Urban Heat Island*. Semarang : Jurnal Geodesi UNDIP Vol.5, No. 1.
- Delarizka, Almira. 2016. *Analisis Fenomena Pulau Bahang (Urban Heat Island) Di Kota Semarang Berdasarkan Hubungan Antara Perubahan Tutupan Lahan Dengan Suhu Permukaan Menggunakan Citra Multi Temporal Landsat*. Semarang : Jurnal Geodesi UNDIP Vol.5, No.4.
- Handoko. 1994. *Klimatologi Dasar*. Bogor : Pustaka Jaya
- Hasan, Iqbal. 2011. *Pokok – Pokok Materi Statistika 1 (Statistik Deskriptif)*. Jakarta : PT Bumi Aksara.

- Khusaini, Ikhwan Nur. 2008. *Pengaruh Tutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan di Kota Bogor dengan Menggunakan Citra Satelit Landsat dan Sistem Informasi Geografis*. Bogor. IPB
- Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation* : Sixth Edition, New York.
- Purwadhi, Sri Hardiyanti. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta : Grasindo
- Putri, dkk. 2004. *Klasifikasi Penutup dan Penggunaan Lahan Pada Multispectral Image dari Landsat Thematic Mapper Menggunakan Probabilistic Neural Network*. Jurnal Ilmiah - Ilmu Komputer IPB. Vol.2, No.2.
- Sukendar, P. M. 2016. *Analisis Sebaran Kawasan Potensial Panas Bumi Gunung Salak dengan Suhu Permukaan, Indeks Vegetasi, dan Morfologi*. Semarang : Jurnal Geodesi UNDIP Vol.5, No.2.
- Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh Jilid 2. Gadjah Mada University Press*. Yogyakarta.